ДВОТРАЧНИ ПУТЕВИ

10.1 УВОД

10.1.1 Ниво анализе

Анализа услова саобраћаја на двотрачним путевима спроводи се на два нивоа:

- ОПЕРАТИВНЕ АНАЛИЗЕ

Оперативним анализама утврђује се практични капацитет и *Ниво Услуге* на постојећим двотрачним путевима при достигнутим величинама и карактеристикама саобраћајних токова, као и за прорачуне практичног капацитета и *Нивоа Услуге* на постојећем или будућем пројектованом путу при будућим величинама и карактеристикама саобраћајних токова. Ове анализе се спроводе посебно за одсеке у просечним путним и теренским условима и посебно за одсеке у специфичним уздужним нагибима.

- АНАЛИЗЕ У ПЛАНИРАЊУ НОВИХ ПУТЕВА

Анализе услова саобраћаја у планирању нових путева омогућавају планерима да одреде величину PGDS-а коју може прихватити двотрачни пут за различите *Нивое Услуга* и теренске услове. С обзиром да је у планирању двотрачних путева број трака детерминисан, побољшање услова саобраћаја или повећање величине PGDS-а на планираном путу могуће је остварити побољшањем пројектних елемената, смањењем успона, као и додатном траком на одсецима у успону.

10.1.2 Карактеристике одвијања саобраћаја на двотрачним путевима

На двотрчним путевима промена трака и претицање могуће је једино уз сучељавање са саобраћајним токовима из супротног смера. Захтеви за претицањем расту са порастом величине тока, а могућност за извршење безбедног претицања опада са порастом величине тока. За разлику од аутопутева и вишетрачних путева са неометаним токовима, на двотрачним путевима саобраћајни ток у једном смеру увек утиче на ток у другом смеру. Возачи су принуђени да прилагођавају брзину у функцији повећања величине тока и смањења могућности за претицање. Најзначајније карактеристике саобраћајног тока на двотрачним путевима су просечна брзина и проценат временских застоја. Ове карактеристике се користе као показатељи у оперативним анализама *Нивоа Услуге* на двотрачним путевима. Релативно висока возна брзина представља значајан критеријум за пројектовање двотрачних путева за даљински саобраћај (примарни-магистрални правци). На примарним ванградским путевима средња брзина саобраћајног тока најчешће је око 90 km/h. Према HCM-u 1994.год., наводи се да су истраживања показала да је брзина мало осетљива на величину саобраћајног тока на двотрачним путевима без успона и скрећућег тока. С обзиром на став у HCM-u 1994.год., о неосетљивости брзине на промену величине тока, (*која није довољно аргументована-примедба аутора овог рада*), у наведеном приручнику је, за дефинисање *Нивоа Услуге* на двотрачним путевима примарна улога додељена ПРОЦЕНТУ ВРЕМЕНСКИХ ЗАСТОЈА, а секундарна улога БРЗИНИ ТОКА и РЕЛАЦИЈИ ТОК/КАПАЦИТЕТ.

Проценат временских застоја је процењени део од укупне величине тока изражен у процентима у којима возачи због немогућности безбедног претицања застају тј. возе у колони за време путовања на посматраним деоницама двотрачног пута. Сматра се да су возачи у застоју када возе иза вође колоне брзином мањом од жељене, или ако се крећу у временским интервалима слеђења мањим од 5 секунди. Проценат временских застоја одражава се на квалитет услуге. Код мањих величина саобраћајног тока возачи готово никада нису у застоју будући да су средње вредности временских интервала слеђења возила и могућност претицања велике. Проценат временских застоја за мале токове практично је близак нули.

Када се величина тока приближава практичном капацитету, захтеви за претицањем знатно премашују могућности за претицањем, што се одражава на стварање великих колона, а возила су у застојима близу 100% времена вожње на посматраној деоници.
Основни односи између просечне путне или средње просторне брзине тока и процената временских застоја у практично идеалним путним и саобраћајним условима приказани су на слици 10.1.

10.1.3 Идеални услови

Под практично идеалним условима за одвијање саобраћаја на двотрачним путевима подразумевају се:

(1) Просечна брзина > 95 (km/h);
(2) Ширина трака ≥ 3,50 (m);
(3) Слободна банкина ширине ≥ 1,75 (m);
(4) Без зона забрањеног претицања на путу;
(5) Саобраћајни ток путничких аутомобила;
(6) Расподела тока по смеровима 50/50;
(7) Без ометања саобраћаја сигнализацијом којом се ограничава брзина или скретањем возила;
(8) Равничарски терен.

Практични капацитет двотрачних ванградских путева под практично идеалним условима према HCM-овим публикацијама од 1950. и 1965. године, тј. све до 1985. године износио је 2.000 (PA/h у оба смера), а тек у издањима 1985. и 1994. године дефинисан је на величину 2.800 (PA/h у оба смера) при брзини од око 72 (km/h) и густини од око 19,45 (PA/km/traci).

Према резултатима истраживања која су обављена од стране Саобраћајног факултета и Института за путеве у периоду од 1969. до 1975. године утврђен је капацитет за деонице двотрачних путева за двосмерни саобраћајни ток, при практично идеалним условима у износу од 2.860 PA/h у оба смера[1].

1

10.2 МЕТОДОЛОГИЈА АНАЛИЗЕ НИВОА УСЛУГЕ

Ниво Услуге је квалитативна мера којом се описују услови саобраћаја на основном сегменту двотрачног пута за двосмерни саобраћај.

Примарну улогу у дефинисању *Нивоа Услуге* основних одсека двотрачних путева имају БРЗИНА ТОКА, као директно мерљив показатељ и ПРОЦЕНАТ ВРЕМЕНСКИХ ЗАСТОЈА, као аналитички утврђен показатељ, док секундарну улогу има РЕЛАЦИЈА ТОК/КАПАЦИТЕТ, као количник између протока (директно меривог) и капацитета (аналитички дефинисаног показатеља). Показатељи *Нивоа Услуге* одређују се за 15-минутне вршне токове и утврђују на сегментима довољне дужине.

10.2.1 Реперне вредности показатеља (брзина, проценат временских застоја, тока и релација ток/капацитет)

Промене у реперним вредностима брзина тока и величина тока по *Нивоима Услуге* које су учињене у НСМ-1994.године у знатној мери су сагласне са резултатима домаћих истраживања од пре 25 година. Ово се пре свега односи на вредности капацитета и брзине при капацитету основног сегмента двотрачног пута у практично идеалним условима. Према НСМ-1994. године брзини тока је одузета примарна улога у дефинисању *Нивоа Услуге*. Међутим, у домаћим препорукама брзини тока је и даље додељена улога примарног показатеља, заједно са процентом временских застоја. Зато се у овом раду најпре излажу вредности брзина при појединим *Нивоима Услуге*. Вредности брзина по *Нивоима Услуге* засноване су на дворежимској функционалној зависности брзина од величине тока.

(1.) РЕЖИМ СЛОБОДНОГ ТОКА у коме услови саобраћаја одговарају *Нивоу Услуге* **А**

У овом режиму брзине не зависе од величине тока, већ су у функцији техничко-експлоатационих карактеристика пута и карактеристика система “возило-возач”, тј. у функцији слободне брзине (V_{sl}).

Општи образац за брзину тока у РЕЖИМУ СЛОБОДНОГ ТОКА гласи :

$V_{sl} \geq V_{NU"A"}$; $V_{NU"A"} = F(V_{sl})$.. [10.3.]

Ниво Услуге А на основним сегментима двотрачних путева у практично идеалним условима на основним врстама терена остварује се при % временских застоја ($\%VZ_{NU"A"} \leq 30\ \%$), при величини протока ($q_{NU"A"}$) и брзини тока ($V_{NU"A"}$), које су у функцији теренских услова, односно брзине слободног тока (V_{sl}) и основног капацитета (C_0), тј., $q_{NU"A"} = F(V_{sl};C_0)$ и $V_{NU"A"} = F(V_{sl})$.

Тако се за сегменте с обзиром на 3 врсте терена остварују следеће вредности :

(I) За сегменте у практично идеалним условима на равничарском терену

V_{SL}=100(km/h); C_0=2860(PA/h); $q_{NU"A"} \leq$430(PA/h); $V_{NU"A"} \geq$95(km/h).....[10.3а.]

(II) За сегменте у практично идеалним условима на брдовитом терену

V_{SL}=90(km/h); C_0 =2770(PA/h.); $q_{NU"A"} \leq$415(PA/h); $V_{NU"A"} \geq$85(km/h).....[10.3б.]

(III) За сегменте у практично идеалним условима на планинском терену

V_{SL}=80(km/h); C_0=2600(PA/h); $q_{NU"A"} \leq 390$(PA/h); $V_{NU"A"} \geq 75$(km/h)...... [10.3ц.]

На сегментима који су лошији од практично идеалних, граничне величине тока при *Нивоу Услуге А* ниже су од напред датих у практично идеалним условима. У овим случајевима величина тока при *Нивоу Услуге А (voz/h)* у функцији је теренских услова, односно брзине слободног тока (V_{sl}) и практичног капацитета C (voz/h), тј., $q_{NU"A"}=F(V_{sl};C)$.

(2.) РЕЖИМ НОРМАЛНОГ ТОКА у коме услови саобраћаја одговарају *Нивоима Услуге* **B, C, D** и **E.**

У овом режиму брзина тока, поред техничко-експлоатационих карактеристика пута и карактеристика система “возило-возач”, зависе и од величине тока.

Општи образац за брзину тока у РЕЖИМУ НОРМАЛНОГ ТОКА гласи :

$V=V_{NU"A"}-K(q-q_{NU"A"})$; $K=(V_{NU"A"}-V_c)/(C-q_{NU"A"})$.......................... [10.4.]

који важи у домену $C \geq \mathbf{q} > \mathbf{q}_{NU"A"}$

Вредности $V_{NU"A"}$, $q_{NU"A"}$, V_c и C зависе од техничко-експлоатационих карактеристика пута, карактеристика терена и карактеристика тока.

Обрасци за анализу брзине тока на основним сегментима двотрачног пута у практично идеалним условима на типичним теренима гласе :

(I) За сегменте у практично идеалним условима на равничарском терену

V_{sl} =100 (km/h) и V_C = 72,5 (km/h)

V = 95 - 0,009 (q - 430).. [10.4а.]

(II) За сегменте у практично идеалним условима на брдовитом терену

V_{sl} =90 (km/h) и V_C = 70 (km/h)

V = 85 - 0,006 (q - 415).. [10.4б.]

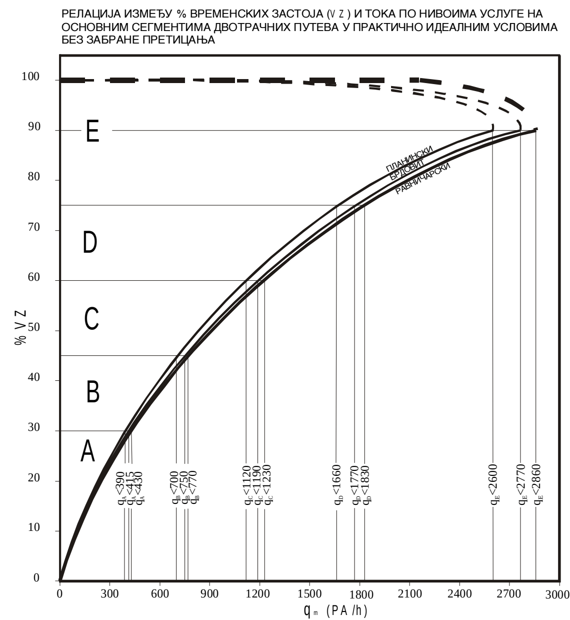
(III) За сегменте у практично идеалним условима на планинском терену

V_{sl} =80 (km/h) и V_C = 62 (km/h)

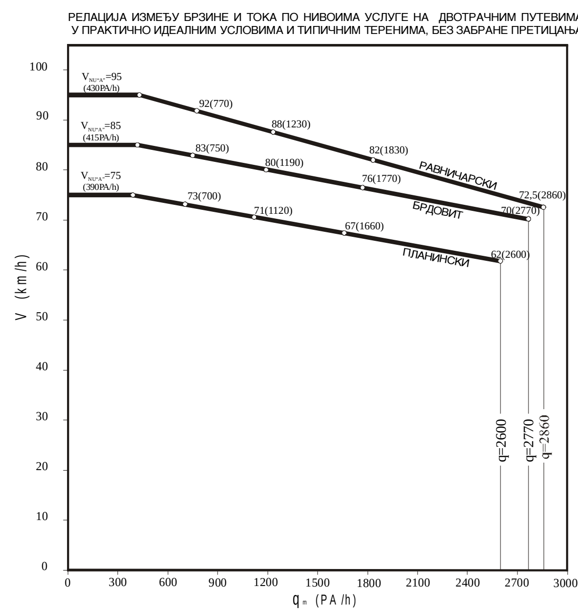
V = 75 - 0,006 (q - 390).. [10.4ц.]

На сегментима двотрачног пута који су лошији од практично идеалних, вредности коефицијента K и тока при *Нивоу Услуге А* (voz/h) различити су од напред датих у практично идеалним условима. У овим случајевима

$K = f(V_{sl}, C, q_{NU"A"})$; $q_{NU"A"} = F(V_{sl}, C)$.



Слика 10.1 *Релација %VZ-TOK*



Слика 10.2 *Релација BRZINA-TOK*

Критеријуми Нивоа Услуге за деонице двотрачних путева за двосмерни саобраћај у практично идеалним условима на типичним теренима без забране претицања

Табела 10.1.

Ниво Услуге	**%VZ**	**q/C**	I. Равничарски		II. Брдовити		III. Планински	
			V	**max. q**	**V**	**max. q**	**V**	**max. q**
A	≤ 30	≤ 0,15	≥ 95	≤ 430	≥ 85	≤ 415	≥ 75	≤ 390
B	≤ 45	≤ 0,27	≥ 92	≤ 770	≥ 83	≤ 750	≥ 73	≤ 700
C	≤ 60	≤ 0,43	≥ 88	≤ 1230	≥ 80	≤ 1190	≥ 71	≤ 1120
D	≤ 75	≤ 0,64	≥ 82	≤ 1830	≥ 76	≤ 1770	≥ 67	≤ 1660
E	75	< 1,00	≥ 72,5	≤ 2860	≥ 70	≤ 2770	≥ 62	≤ 2600
F	100	-	< 72,5	-	< 70	-	< 62	-

10.2.1.1 Основни показатељ Нивоа Услуге за сегменте двотрачног пута на специфичним уздужним нагибима

Основни показатељ *Нивоа Услуге* за сегменте двотрачног пута на специфичним уздужним нагибима је просечна брзина на успону.

Критеријуми Нивоа Услуге за сегменте на специфичним уздужним нагибима

Табела 10.2.

НИВО УСЛУГЕ	Просечна брзина на успону (km/h)
A	> 90
B	> 80
C	> 70
D	> 65
E	> 40-65
F	> 40-65

10.2.1.2 Основни образац за анализу брзина при капацитету на сегментима двотрачног пута на специфичним уздужним нагибима

Основни образац за анализу брзина при капацитету на сегментима двотрачног пута на специфичним нагибима гласи: (важи до V=65 (km/h)

$V_c = [\ 25 + 3{,}75\ (C/1000)^2\ ] \times 1{,}609$.................................. [10.5.]

10.2.2 Дефинисање (опис) Нивоа Услуге

Генерални опис услова у току по *Нивоима Услуге је следећи:*

НИВО УСЛУГЕ А

Представник највишег квалитета услова саобраћаја је *Ниво Услуге* А са просечним брзинама које се у практично идеалним условима приближавају 95 (km/h) на двотрачним путевима. Захтеви за претицањем су знатно испод могућности претицања и готово да се не ствара колона са више од три возила. Возачи не успоравају више од 30% времена ради спорих возила. Максимална величина тока при практично идеалним условима је 430 (PA/h у оба смера).

НИВО УСЛУГЕ В

Ниво Услуге В карактерише подручје саобраћајног тока са брзинама у практично идеалним условима од 92 (km/h) или мало вишим на равном терену. Захтеви за претицањем потребни за одржавање жељене брзине постају значајни и приближно су једнаки претицајним могућностима на нижој граници *Нивоа Услуге В*. Возачи успоравају у просеку до 45% времена. За *Ниво Услуге В* величина тока износи до 770 (PA/h у оба смера) у практично идеалним условима. Изнад те величине тока број возила у колони која се формира у саобраћајном току почињедраматично да се повећава.

НИВО УСЛУГЕ С

Даље повећање тока карактерише *Ниво Услуге С* резултујући у значајном повећању колона, дужини колона и фреквенцији сметњи у претицању на равничарским теренима. Просечна брзина у практично идеалним условима још прелази 87 (km/h), упркос чињеници да захтеви за претицањем премашују претицајне могућности. Код већих токова појављују се низови возила у колони, што узрокује значајне редукције претицајних могућности. Иако је саобраћајни ток стабилан, постаје осетљив на застоје ради тока који скреће и ради спорих возила. Проценат временских застоја је до 60%. Величина саобраћајног тока при *Нивоу Услуге С* износи око 1.230 (PA/h у оба смера) под практично идеалним условима.

НИВО УСЛУГЕ D

Код *Нивоа Услуге D* саобраћајни токови су у подручју нестабилног тока. Два супротна саобраћајна тока нужно почињу деловати одвојено уз веће саобраћајне токове, с тим да претицање постаје екстремно тешко. Захтеви за претицањем су врло високи, док се претицајне могућности приближавају нули. Колона са 5 до 10

возила је уобичајена, премда је могуће одржати брзину и изнад 80(km/h) под практично идеалним условима. Делови зона са забрањеним претицањем дуж деонице пута имају утицај на претицање. Возила која скрећу и/или путна скретања проузрокују шок-таласе у саобраћајном току. Проценат временских застоја достиже 75%. Максимална величина саобраћајног тока за *Ниво Услуге D* износи 1.830(PA/h у оба смера) под практично идеалним условима. То је највећа величина тока која се може одржати у дужем времену на дужој деоници у равничарском терену, уз већу вероватноћу могућности слома (прекида саобраћаја).

<u>НИВО УСЛУГЕ Е</u>

Услови одвијања саобраћајног тока на двотрачном путу за *Ниво Услуге Е* имају проценат временских застоја већи од 75%. У практично идеалним условима брзина ће пасти испод 80 (km/h). Просечна брзина путовања на путевима где услови нису практично идеални је нижа, чак до 40 (km/h) на дугим успонима. Претицање није могуће у условима *Нивоа Услуге Е,* а интензивно се стварају колоне при појави спорих возила или неке друге сметње. Највећа могућа величина саобраћајног тока за *Ниво Услуге* Е одређује капацитет пута. Под практично идеалним условима капацитет износи 2.860 (PA/h у оба смера). У осталим условима неповољнијим од практично идеалних капацитети су нижи. Саобраћајни (оперативни) услови на ванградском путу, посматрани на терену, ретко се одвијају у условима капацитета и то пре свега због недостатка захтева. Расподела саобраћајног тока по смеровима утиче на капацитет двотрачног пута. Укупни капацитет двотрачног пута смањује се зависно од одступања од расподеле 50/50 по смеровима.

<u>НИВО УСЛУГЕ F</u>

Ниво Услуге F представља нагомилан саобраћајни ток са саобраћајним захтевима који премашују практични капацитет. Последица тога је да је величина реализованог тока мања од капацитета, а остварене брзине су испод брзина при капацитету. Наиме, *Ниво Услуге F* ретко се одржава на дужим деоницама у равничарском терену.

10.3 МЕТОДОЛОГИЈА УТВРЂИВАЊА ПРАКТИЧНОГ КАПАЦИТЕТА И НИВОА УСЛУГЕ

10.3.1 Традиционално класични обрасци

10.3.1.1 Традиционално класични обрасци у оперативној анализи за постојеће и пројектоване путеве у просечним путним и теренским условима

Методологијом анализе капацитета и *Нивоа Услуге* за одсеке у просечним путним и теренским условима оцењују се просечне оперативне карактеристике дуж деонице пута у просечним условима терена, геометрије и саобраћаја. Терен може бити равничарски, брдовит или планински. Овај поступак се примењује на сегментима пута дугим најмање 3,20(km) у уздужним нагибима <3% на дужинама <800(m).

С обзиром да су вредности БРЗИНА и ВЕЛИЧИНА ТОКА при капацитету за сегменте у практично идеалним условима које су дате у HCM-94. године приближно једнаке налазима домаћих истраживања, обављених од стране Саобраћајног факултета и Института за путеве из Београда у периоду 1969.-1975.г., престају практичне потребе за наметањем основног обрасца бр. [10.1.] и [10.2.] за прорачун капацитета развијеног у Југославији. У циљу једноставније комуникације са стручњацима у свету који се баве овом проблематиком, оправдано је прихватити обрасце за анализу капацитета и *Нивоа Услуге* који су дати у HCM-1994. године, с тим што се уместо C_0=2800(PA/h) узима промењива вредност C_{0j}=F[теренских услова]. Образац из HCM-1994.године (за C_0=2800 PA/h) гласи :

$SF_i = 2800 \cdot (V/C)_i \cdot f_d \cdot f_w \cdot f_{HV}$.. [10.6.]

Образац [10.6.] исказан симболима који се користе у нашој земљи и уз уважавање става да је C_0 = F [теренских услова] гласи:

$q_{NUi} = C_{0j} \cdot (q/C)_i \cdot F_{a/b} \cdot F_{BS} \cdot F_{KV}$... [10.7.]

Вредности (q/C) за типичне теренске услове у функцији % забрањеног претицања дате су у табели 10.3.

С обзиром да је C_{0j}=F[терен. услова], образац [10.7.] при $q_{NU"E"}$=C гласи:

(I) на равничарском терену $C = 2860 \cdot F_{a/b} \cdot F_{BS} \cdot F_{KV}$................. [10.7а.]

(II) на брдовитом терену $C = 2770 \cdot F_{a/b} \cdot F_{BS} \cdot F_{KV}$......................... [10.7б.]

(III) на планинском терену $C = 2600 \cdot F_{a/b} \cdot F_{BS} \cdot F_{KV}$...................... [10.7ц.]

Вредности (q/C) за типичне теренске услове у функцији % забрањеног претицања
Табела 10.3.

Ниво Услуге	**q/C=F (% забрањеног претицања)**					
	0	**20**	**40**	**60**	**80**	**100**
I. РАВНИЧАРСКИ						
A	0,15	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04
B	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
C	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32
D	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58	0,57
E	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F	-	-	-	-	-	-
II. БРДОВИТИ						
A	0,15	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
B	0,26	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13
C	0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,28
D	0,62	0,57	0,52	0,48	0,46	0,43
E	0,97	0,94	0,92	0,91	0,90	0,90
F	-	-	-	-	-	-
III. ПЛАНИНСКИ						
A	0,14	0,09	0,07	0,04	0,02	0,01
B	0,25	0,20	0,16	0,13	0,12	0,10
C	0,39	0,33	0,28	0,23	0,20	0,16
D	0,58	0,50	0,45	0,40	0,37	0,33
E	0,91	0,87	0,84	0,82	0,80	0,78
F	-	-	-	-	-	-

где је :

C -практични капацитет одсека двотрачног пута на одсецима у просечним путним и теренским условима (voz/h у оба смера);

q_{NUi}=SFi -укупна величина саобраћајног тока у оба смера за преовлађујуће путне и саобраћајне услове за *Ниво Услуге* (i), (voz/h у оба смера);

$(q/C)_i=(v/C)_i$ -однос величина тока и капацитета у практично идеалним условима за *Ниво Услуге (i),* (табела 10.3.);

$F_{a/b} = f_d$ -корекциони фактор за расподелу саобраћајног тока по смеровима (табела 10.4.);

$F_{BS} = f_w$ -корекциони фактор за уже саобраћајне траке и ограничену ширину банкине (табела 10.5.);

$F_{KV} = f_{HV}$ -корекциони фактор за учешће тешких возила у саобраћајном току;

Вредност фактора $F_{KV}=f_{HV}$ утврђује се применом обрасца [10.8.].

$$F_{KV}=f_{HV}=1/\left[(1+P_T(E_T-1)+P_R(E_R-1)+P_b(E_b-1)\right] \qquad [10.8.]$$

где је:

P_T -удео камиона у саобраћајном току изражен у децималама,
P_R -удео рекреативних возила у саобраћајном току изражен у децималама,
P_b -удео аутобуса у саобраћајном току изражен у децималама,
E_T -еквивалент путничких аутомобила за камионе (табела 10.6.),
E_R -еквивалент путничких аутомобила за рекреациона возила (табела 10.6.), и
E_b -еквивалент путничких аутомобила за аутобусе (табела 10.6).

Корекциони фактори $F_{a/b}$ за расподелу по смеровима на деоницама у просечним путним и теренским условима *Табела 10.4.*

Расподела по смеровима	**100/0**	**90/10**	**80/20**	**70/30**	**60/40**	**50/50**
Корекциони фактор $\mathbf{F_{a/b}}$	0,71	0,75	0,83	0,89	0,94	1,00

Корекциони фактор F_{BS} за комбиноване ефекте уских трака и ограничених банкина *Табела 10.5*

Корисна ширина[a)] банкине(m)	Траке ширине 3,50 m		Траке ширине 3,25 m		Траке ширине 3,00 m		Траке ширине 2,75 m	
	NU A-D	NU E	NU A-D	NU[b)] E	NU A-D	NU[b)] E	NU A-D	NU[b] E
0,00	0,70	0,88	0,65	0,82	0,58	0,75	0,49	0,66
0,50	0,81	0,93	0,75	0,88	0,68	0,81	0,57	0,70
1,25	0,92	0,97	0,85	0,92	0,77	0,85	0,65	0,74
≥ 1,75	1,00	1,00	0,93	0,94	0,84	0,87	0,70	0,76

(а) -Када је ширина банкина различита на свакој страни пута, примењује се просечна ширина банкине.
(б) -Фактор се примењује за све брзине мање од 70 (km/h).

Еквиваленти за прерачунавање TV у PA *Табела 10.6.*

Тип возила	*Ниво Услуге*	Врста терена		
		РАВАН	БРДОВИТ	ПЛАНИНСКИ
Камиони E_T	A	2,0	4,0	7,0
	B и C	2,2	5,0	10,0
	D и E	2,0	5,0	12,0
Рекреациона возила E_R	A	2,0	3,2	5,0
	B и C	2,5	3,9	5,2
	D и E	1,6	3,3	5,2
Аутобуси E_b	A	1,8	3,0	5,7
	B и C	2,0	3,4	6,0
	D и E	1,6	2,9	6,5

Анализа капацитета и Нивоа Услуге за одсеке (сегменте) на специфичним успонима

Величина саобраћајног тока за одређени *Ниво Услуге*, за сваку просечну брзину на успону утврђује се по следећем обрасцу:

$$q_{NUi} = C_{0j} \cdot (q/C)_i \cdot F'_{a/b} \cdot F_{BS} \cdot F_{PA} \cdot F_{KV} \text{ (voz/h)} \qquad [10.9.]$$

за *Ниво услуге* **E** ; q/C = 1; $q_{NU"E"} = C$, па образац [10.9.] гласи :

$$C = C_{0j} \cdot F'_{a/b} \cdot F_{BS} \cdot F_{PA} \cdot F_{KV} \text{ (voz/h)} \qquad [10.10.]$$

где је :

C -практични капацитет одсека двотрачног пута на одсецима у специфичним успонима у (voz/h) у оба смера,

C_{0j} -2.860 (PA /h) у равничарском терену, 2.770(PA /h) у брдовитом терену и 2.600 (PA /h) у планинском терену,

q_{NUi} -величина тока за одређени *Ниво Услуге* (i), укупно за оба смера, за преовлађујуће услове пута и саобраћаја,

$(q/C)_i$ -однос q/C за *Ниво Услуге* (i), или брзину (i) (табела 10.7.),

$F'_{a/b}$ -корекциони фактор за расподелу по смеровима за одсеке на специфичним успонима (табела 10.8.),

F_{BS} -корекциони фактор за уске траке и ограничену ширину банкина (табела 10.5)

F_{PA} -корекциони фактор смањења капацитета због погоршања услова вожње путничких возила на успону (утврђује се по обрасцима [10.11.] и [10.12.]),

F_{KV} -корекцини фактор за учешће комерцијалних (тешких) возила у току на успону (утврђује се по обрасцима [10.13.] и [10.14.]).

Овај образац се у принципу не примењује на успону мањем од 3% и краћем од 800m.

(1) Вредности релације q/C у функцији брзине, успона и забрањеног претицања
Табела 10.7.

Проценат успона	Просечна брзина на успону (km/h)	Ниво Услуге	% забрањеног претицања					
			0	20	40	60	80	100
			q/C					
3	88	A	0,27	0,23	0,19	0,17	0,14	0,12
	84	B	0,42	0,38	0,33	0,31	0,29	0,27
	80	B	0,64	0,59	0,55	0,52	0,49	0,47
	72	C	1,00	0,95	0,91	0,88	0,86	0,84
	68	D	1,00	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
	64	E	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	88	A	0,25	0,21	0,18	0,16	0,13	0,11
	84	B	0,40	0,36	0,31	0,29	0,27	0,25
	80	B	0,61	0,56	0,52	0,49	0,47	0,45
	72	C	0,97	0,92	0,88	0,85	0,83	0,81
	68	D	0,99	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
	64	E	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	88	A	0,21	0,17	0,14	0,12	0,10	0,08
	84	B	0,36	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20
	80	B	0,57	0,49	0,45	0,41	0,39	0,37
	72	C	0,93	0,84	0,79	0,75	0,72	0,70
	68	D	0,97	0,90	0,87	0,85	0,83	0,82
	64	D	0,98	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
	56	E	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	88	A	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04
	84	B	0,27	0,22	0,18	0,16	0,14	0,13
	80	B	0,48	0,40	0,35	0,31	0,28	0,26
	72	C	0,49	0,76	0,68	0,63	0,59	0,55
	68	D	0,93	0,84	0,78	0,74	0,70	0,67
	64	D	0,97	0,91	0,87	0,83	0,81	0,78
	56	E	1,00	0,96	0,95	0,93	0,91	0,90
	48	E	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98
7	88	A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	84	B	0,13	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04
	80	B	0,34	0,27	0,22	0,18	0,15	0,12
	72	C	0,77	0,65	0,55	0,46	0,40	0,35
	68	D	0,86	0,75	0,67	0,60	0,54	0,48
	64	D	0,93	0,82	0,75	0,69	0,64	0,59
	56	E	1,00	0,91	0,87	0,82	0,79	0,76
	48	E	1,00	0,95	0,92	0,90	0,88	0,86

(2) Корекциони фактор за расподелу по смеровима на специфичним успонима, ***F'***$_{a/b}$

Табела 10.8.

Расподела по смеровима [a)]	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70
Корекциони фактор	0,58	0,64	0,70	0,78	0,87	1,00	1,20	1,50

a) успон / пад

(3) Корекција за недовољне ширине траке и/или недовољне ширине банкине

Према НСМ-94.г. утицај недовољне ширине траке и/или недовољних ширина банкина на успонима је исти као и на одсецима (сегментима) у просечним условима терена. Одговарајући фактор се добија из табеле 10.5.

Међутим, према резултатима истраживања вршених у Југославији на одсецима у специфичним успонима на којима су брзине ниске (V<60 km/h), утицај мање ширине траке и банкина треба занемарити, тј. рачунати са $F_{BS}=1$.

(4) Корекција за путничка возила на успонима $\mathbf{F_{PA}}$

Релације q/C из табеле 10.7. користе се уз претпоставку да ће путничка возила задржати брзину на успонима ако су неометана. Новије студије су показале да успони утичу на саобраћајне операције путничких возила, чак и у случају кад комерцијална (тешка) возила нису присутна у саобраћајном току. Фактор F_{PA} користи се за корекцију односа q/C за те услове, применом табеле 10.7.

Овај корекциони фактор се рачуна на следећи начин :

$$F_{PA} = 1 / [1+(P_p \times I_p)] \qquad [10.11.]$$

где је:

F_{PA} - корекциони фактор за операције путничких возила на успонима,

P_p - удео путничких возила у току на успону изражен у децималама,

I_p - фактор сметњи за путничка возила, и рачуна се како следи :

$$I_p = 0{,}02 \times (E - E_0) \qquad [10.12.]$$

где је:

E -основни еквивалент за путничка возила за дати проценат успона и брзину (утврђује се из табеле 10.9.),

E_0 -основни еквивалент за 0% успона и дату брзину (такође се утврђује из табеле 10.9.).

Еквиваленти за путничка возила из табеле 10.9. користе се за корекционе факторе путничких возила и комерцијалних (тешких) возила.

(5) Корекција за комерцијална (тешка) возила у саобраћајном току

Корекциони фактор за комерцијална (тешка) возила рачуна се како следи:

$$F_{KV} = 1 / [(1+P_{KV}(E_{KV}-1)] \quad [10.13.]$$

где је:

F_{KV} -корекциони фактор за присуство комерцијалних (тешких) возила у саобраћајном току на успону,

P_{KV} -укупна пропорција комерцијалних (тешких) возила (камиона + рекреационих возила + аутобуса) у саобраћајном току на успону,

E_{KV} -еквивалент путничких возила за специфичан састав комерцијалних (тешких) возила у саобраћајном току на успону, који се рачуна по обрасцу :

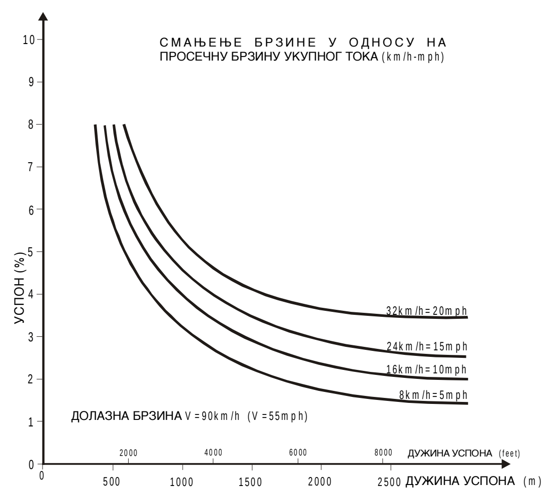
$$E_{KV}= 1+(0,25 + P_K / P_{KV}) (E-1) \quad [10.14.]$$

где је:

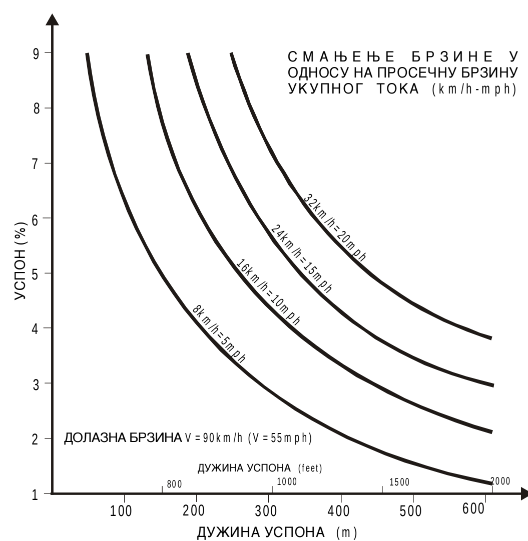
P_K/ P_{KV} -удео најтежих камиона у комерцијалним (тешким) возилима, тј., удео најтежих камиона у саобраћајном току подељен са укупним учешћем комерцијалних (тешких) возила (теретна возила, рекреативна возила и аутобуси) у саобраћајном току,

E -основни еквивалент за дати проценат успона, дужину успона и брзину (табела 10.9.).

Слике 10.3. и 10.4. приказују криве смањења брзине за тешке камионе од 200 lp/hp (124 kg/kW) и најтеже од 300 lp/hp (184 kg/kW). Први тип тешких камиона сматра се индикативним за репрезентативни тип комерцијалних (тешких) возила за просечан састав тока двотрачних путева. Други тип најтежих камиона је репрезент комерцијалних (тешких) возила, као што су тешко оптерећени пољопривредни камиони, возила за угаљ, шљунак или трупце. Избор коришћења типа камиона заснива се на захтевима безбедности саобраћаја. Смањење брзине у функцији величине и дужине успона дато је на сликама 10.3. и 10.4.



Слика 10.3. Крива смањења брзина на успону за камион од 124 kg/kW (200 lp/hp)



Слика 10.4. Крива смањења брзина на успону за камион од 184 kg/kW (300 lp/hp)

Еквивалент путничких аутомобила за специфичне успоне за двотрачне путеве, E и E_0
Табела 10.9.

Успон (%)	Дужина успона (km)	Просечна брзина на успону (km/h)					
		NU A 88	NU B 84	NU B 80	NU C 72	NU D 64	NU E 48
		E_0					
0	сви	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3
		E					
3	0,4	2,9	2,3	2,0	1,7	1,6	1,5
	0,8	3,7	2,9	2,4	2,0	1,8	1,7
	1,2	4,8	3,6	2,9	2,3	2,0	1,9
	1,6	6,5	4,6	3,5	2,6	2,3	2,1
	2,4	11,2	6,6	5,1	3,4	2,9	2,5
	3,2	19,8	9,3	6,7	4,6	3,7	2,9
	4,8	71,0	21,0	10,8	7,3	5,6	3,8
	6,4	a	48,0	20,5	11,3	7,7	4,9
4	0,4	3,2	2,5	2,2	1,8	1,7	1,6
	0,8	4,4	3,4	2,8	2,2	2,0	1,9
	1,2	6,3	4,4	3,5	2,7	2,3	2,1
	1,6	9,6	6,3	4,5	3,2	2,7	2,4
	2,4	19,5	10,3	7,4	4,7	3,8	3,1
	3,2	43,0	16,1	10,8	6,9	5,3	3,8
	4,8	a	48,0	20,0	12,5	9,0	5,5
	6,4	a	a	51,0	22,8	13,8	7,4
5	0,4	3,6	2,8	2,3	2,0	1,8	1,7
	0,8	5,4	3,9	3,2	2,5	2,2	2,0
	1,2	8,3	5,7	4,3	3,1	2,7	2,4
	1,6	14,1	8,4	5,9	4,0	3,3	2,8
	2,4	34,0	16,0	10,8	6,3	4,9	3,8
	3,2	94,0	28,3	17,4	10,2	7,5	4,8
	4,8	a	a	37,0	22,0	14,6	7,8
	6,4	a	a	a	55,0	25,0	11,5
6	0,4	4,0	3,1	2,5	2,1	1,9	1,8
	0,8	6,5	4,8	3,7	2,8	2,4	2,2
	1,2	11,0	7,2	5,2	3,7	3,1	2,7
	1,6	20,4	11,7	7,8	4,9	4,0	3,3
	2,4	60,0	25,2	16,0	8,5	6,4	4,7
	3,2	a	50,0	28,2	15,3	10,7	6,3
	4,8	a	a	70,0	38,0	23,9	11,3
	6,4	a	a	a	90,0	45,0	18,1
7	0,4	4,5	3,4	2,7	2,2	2,0	1,9
	0,8	7,9	5,7	4,2	3,2	2,7	2,4
	1,2	14,5	9,1	6,3	4,3	3,6	3,0
	1,6	31,4	16,0	10,0	6,1	4,8	3,8
	2,4	a	39,5	23,5	11,5	8,4	5,8
	3,2	a	88,0	46,0	22,8	15,4	8,2
	4,8	a	a	a	66,0	38,5	16,1
	6,4	a	a	a	a	a	28,0

a) Брзине се не могу остварити на специфичном успону

Традиционално класични обрасци у планирању нових двотрачних путева

Поступак планирања омогућава пројектним организацијама да спроведу врло опсежно планирање ванградског система двотрачних путева. Величине саобраћајног тока на дан по *Нивоима Услуге* које могу прихватити постојећи или планирани двотрачни путеви могу се одредити у функцији геометријских елемената и података о терену и упоредити са захтевима саобраћајног тока израженим у PGDS, за неку будућу прогнозну годину. Према HCM-94. у табели 10.10., приказане су максималне вредности PGDS за двотрачне путеве у односу на:

- *Ниво Услуге,*
- врсту терена,
- фактор пројектног часовног тока K.

Ниво Услуге се односи на саобраћајне услове унутар вршног 15-минутног интервала у дану. У стварању табеле 10.10. претпостављене су оријентационе вредности фактора вршног часа FVS приказане у табели 10.11. За сваки *Ниво Услуге*, одговарајући критеријум процента временских застоја примењен је за сва три типа терена. Плански критеријуми претпостављају типичан састав од 14% камиона, 4% рекреационих возила и без аутобуса. Коришћена је расподела по смеровима 60/40, са процентима зоне забрањеног претицања од 20, 40 и 60% за равничарски, брдовит и планински терен. Коришћени су идеални геометријски елементи: ширина трака ≥ 3,5 (m), ширина банкина ≥ 1,75 (m), и пројектна брзина од 95 (km/h).

PGDS приказан у табели 10.10. одсликава широки низ услова, а прорачунат је из саобраћајних токова при разним *Нивоима Услуге*:

Максимални PGDS према Нивоу Услуге и типу терена за двотрачне ванградске путеве
Табела 10.10.

К-фактор	Максимални PGDS (voz/dan)				
	Ниво Услуге **A**	*Ниво Услуге* **B**	*Ниво Услуге* **C**	*Ниво Услуге* **D**	*Ниво Услуге* **E**
РАВАН ТЕРЕН					
0,10	2.400	4.800	7.900	13.500	22.900
0,11	2.200	4.400	7.200	12.200	20.800
0,12	2.000	4.000	6.600	11.200	19.000
0,13	1.900	3.700	6.100	10.400	17.600
0,14	1.700	3.400	5.700	9.600	16.300
0,15	1.600	3.200	5.300	9.000	15.200
БРДОВИТ ТЕРЕН					
0,10	1.000	2.800	5.200	8.000	14.800
0,11	1.000	2.500	4.700	7.200	13.500
0,12	900	2.300	4.400	6.600	12.300
0,13	900	2.100	4.000	6.100	11.400
0,14	800	2.000	3.700	5.700	10.600
0,15	700	1.800	3.500	5.300	9.900
ПЛАНИНСКИ ТЕРЕН					
0,10	500	1.300	2.400	3.700	8.100
0,11	400	1.200	2.200	3.400	7.300
0,12	400	1.100	2.000	3.100	6.700
0,13	400	1.000	1.800	2.900	6.200
0,14	300	900	1.700	2.700	5.800
0,15	300	900	1.600	2.500	5.400

Примедба : *Све вредности заокружене су на најближих 100 (voz/dan).*

Претпостављени услови укључују расподелу по смеровима 60/40, 14% камиона, 4% рекреационих возила, без аутобуса и вредности FVS из табеле 10.11., као и зона забрањеног претицања за:

- *равничарски терен са 20%;*
- *брдовит терен са 40%*
- *планински терен са 60%.*

$$PGDS = q_{NUi} \cdot FVS/K \quad [10.15.]$$

где је:

$PGDS_i$ -максималан PGDS (voz/dan/оба смера) за *Ниво Услуге (i)* заснован на претходно описаним претпостављеним условима,

q_{NUi} -максимални ток (voz/h/oba smera) за одређени *Ниво Услуге* прорачунат из једначине [10.7.] и базиран на претходно описаним претпостављеним условима,

FVS -фактор вршног часа, одабран из табеле 10.11. за назначени *Ниво Услуге*,

K -фактор пројектног часовног тока. То је коефицијент којим се множењем са PGDS-ом утврђује величина часовног тока меродавног за пројектовање.

На основу вредности фактора K израчунава се величина часовног тока меродавног за пројектовање .

Q_m =PGDS · K .... [10.16.]

где је:

Q_m -укупна величина часовног тока меродавног за пројектовање двотрачног пута (voz/h/ oba smera),

K -фактор пројектног часовног тока.

Величина часовног тока која одговара току у тзв. 30-том часу користи се као пројектна величина часовног протока за градске путеве. Будући да Q_m треба да буде мањи од $\mathbf{q_{NUi}}$ за одабрани *Ниво Услуге*, стварни PGDS за пут биће мањи од максималне вредности приказане у табели 10.10. Саобраћајни услови који се остварују за време највишег часовног протока у години обично неће бити лошији од *Нивоа Услуге* који је за један степен мањи од оног при протоку 30-часа за већину ванградских путева.

Фактори вршног часа за двотрачне путеве базирани на случајном току

Табела 10.11.

Укупни двосмерни часовни проток (voz/h)	Фактор вршног часа (FVS)	Укупни двосмерни часовни проток (voz/h)	Фактор вршног часа (FVS)
100	0,83	1.000	0,93
200	0,87	1.100	0,94
300	0,90	1.200	0,94
400	0,91	1.300	0,94
500	0,91	1.400	0,94
600	0,92	1.500	0,95
700	0,92	1.600	0,95
800	0,93	1.700	0,95
900	0,93	1.800	0,95
		1.900	0,96

ОРИЈЕНТАЦИОНЕ ВРЕДНОСТИ **FVS** ЗА ОДРЕЂЕНИ *НИВО УСЛУГЕ*					
Ниво Услуге	A	B	C	D	E
Фактор вршног часа	**0,91**	**0,92**	**0,94**	**0,95**	**1,00**

Прегледност

Могућност претицања при истој величини тока зависи од прегледности за безбедно претицање.

Прегледна даљина за безбедно претицање је врло значајна карактеристика у пројектовању двотрачних путева, што је илустровано у табелама 10.1. и 10.3. кроз вредности капацитета и величине тока при вишим *Нивоима Услуге*. У случају када на дужим потезима не постоји довољна прегледна даљина за безбедно претицање, постоји опасност стварања дугачких редова на путу. За ублажавање појаве стварања дугачких редова потребно је у пројектовању избегавати дугачке потезе са забрањеним претицањем кроз ритмично (наизменично) прекидање дугих непрегледних потеза са потезима на којима постоји довољна прегледна дужина за извршење безбедног претицања плотуна возила. Такође, ублажавање појаве

стварања дугачких редова може се решити и кроз прекидање дугих непрегледних потеза изградњом додатних трака за извршење претицања наизменично по смеровима вожње.

Додатне траке

За детаљнији опис оперативних карактеристика тешких камиона на дужим успонима могу се посматрати криве понашања камиона на аутопутевима. Као један од критеријума, и оцене потреба, са додатном траком је смањење брзине од 16 km/h за тешке камионе у односу на брзину тока. Додатна трака на успону може да се анализира свуда где анализе *Нивоа Услуге* показују озбиљно погоршање квалитета саобраћајних операција на дужем успону у поређењу са суседним прилазним сегментом на истом путу.

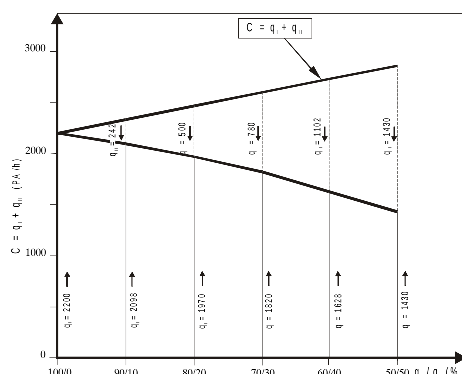
Тешка возила у саобраћајном току на дужим успонима такође узрокују застоје осталих возила. Застоји се могу вредновати као разлика у времену путовања између времена што га возило може постићи неометано од тешких возила и времена путовања које се остварује у мешовитом саобраћајном току.

10.3.2 Ново-класични обрасци за анализу практичног капацитета и *Нивоа Услуге* основних одсека двотрачних путева

Базне вредности брзина и густина при максималним протоцима у функцији неравномерности токова по смеровима на основном одсеку двотрачног пута у практично идеалним условима дате су у табели 10.12.

Вредности основних параметара саобраћајног тока у функцији неравномерности тока по смеровима *Табела 10.12*

q_I / q_{II}	БРЗИНА			ГУСТИНА			ТОК		
	V_I (km/h)	V_{II} (km/h)	V_C (km/h)	g_I (PA/km/tr)	g_{II} (PA/km/tr)	g_C (PA/km)	q_I (PA/h/tr)	q_{II} (PA/h/tr)	C (PA/h)
50/50	72,5	72,5	72,5[2]	19,77	19,77	39,45[3]	1430	1430	2860[4]
60/40	74,2	76,2	75,0	21,94	14,46	36,40	1628	1102	2730
70/30	76,0	81,0	77,5	23,95	9,62	33,56	1820	780	2600
80/20	78,8	85,0	80,0	25,00	5,88	30,88	1970	500	2470
90/10	81,8	89,3	82,5	25,65	2,71	28,36	2098	242	2340
100/0	85,0	-	85,0	25,88	-	25,88	2200	-	2200



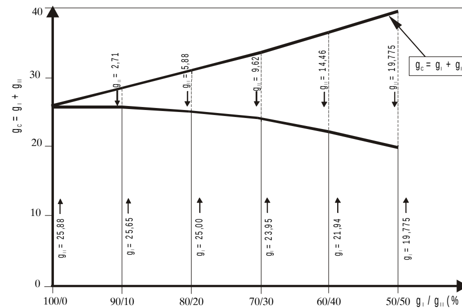
Слика 10.5. Зависност практичног капацитета основног одсека двотрачног пута идеалне геометрије и тока PA од неравномерности тока по смеровима

---

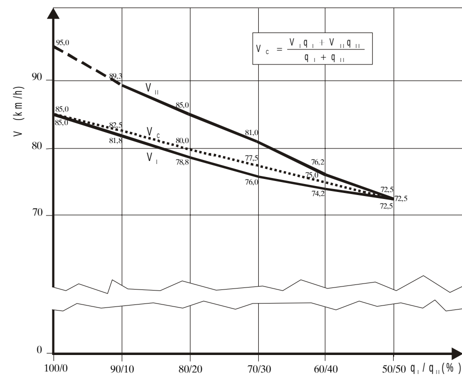
[2] Брзина тока при практичном капацитету на основном одсеку двотрачног пута при практично идеалним условима V_{Co}=72,5km/h.

[3] Густина тока при практичном капацитету на основном одсеку двотрачног пута при практично идеалним условима g_{Co}=39,45km/h.

[4] Капацитет основног одсека двотрачног пута при практично идеалним условима C_o=2860 PA/h/tr.



Слика 10.6. Зависност густине тока на основном одсеку двотрачног пута идеалне геометрије и тока PA од неравномерности тока по смеровима



Слика 10.7. Зависност брзине тока на основном одсеку двотрачног пута идеалне геометрије и тока PA од неравномерности тока по смеровима

10.3.2.1 Ново-класични обрасци за прорачун практичног капацитета основних одсека двотрачних путева

$$C = V_c \times g_c \qquad [10.17.]$$

где је:

V_c - брзина при практичном капацитету;

g_c - густина при практичном капацитету;

Образац за прорачун брзине тока при практичном капацитету основних одсека двотрачног пута

(1) СТАНДАРДНИ СЛУЧАЈЕВИ

За основне одсека двотрачног пута на којима је V_{sl}>70 km/h, брзина при практичном капацитету израчунава се према следећем обрасцу:

$$V_c = V_{Co} \times F_{[T} \times F_{BS} \times F_{Va/b} \quad [10.18.]$$

где је:

а) V_{Co} *-брзина при базном капацитету основног одсека двотрачног пута у практично идеалним условима*[5] *за ток PA и однос величине тока по смеровима 50:50%;* V_{Co}*=72,5 km/h;*

б) $F_{[T}$ *-фактор утицаја ширине траке на брзину при капацитету*

Табела 10.13.

[T (m)	3,50	3,25	3,00	2,75	2,50	2,25
$F_{[T}$	1,00	0,94	0,88	0,80	0,70	0,60

ц) F_{BS} *-фактор утицаја бочних сметњи на брзину при капацитету*

Табела 10.14.

BS (m)	1,75	1,50	1,00	0,75	0,50	0,25	0,00
F_{BS}	1,00	0,98	0,94	0,92	0,90	0,89	0,88

д) $F_{Va/b}$ *-фактор утицаја неравномерности тока по смеровима на брзину при капацитету*

Табела 10.15.

q_a/q_b	50/50	60/40	70/30	80/20	90/10	100/0
$F_{Va/b}$	1,000	1,034	1,069	1,103	1,138	1,172

[5] Под практично идеалним условима пута за двосмерни саобраћај подразумева се:

(1) Просечна брзина > 95 (km/h)
(2) Ширина трака ≥ 3,50 (m)
(3) Слободна банкина ширине ≥ 1,80 (m)
(4) Без зона забрањеног претицања на путу
(5) Саобраћајни ток путничких аутомобила
(6) Расподела тока по смеровима 50/50
(7) Без ометања саобраћаја сигнализацијом или скретањем возила којом се ограничава брзина
(8) Равничарски терен

(2) СПЕЦИЈАЛНИ СЛУЧАЈЕВИ

А) **За одсеке у специфичном уздужном нагибу на којима је брзина меродавног возила на крају успона V_{UN}<70 (km/h);**

$$V_C=V_{UN} \times F_{UN} \quad [10.19.]$$

где је:

а)V_{UN} -брзина меродавног теретног возила на крају специфичног успона; [UN(%) и дужина успона l_{UN} (m)] Табела 10.16.

l (m)	UN (%)												
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
0-50	88	88	87	86	85	85	85	85	84	84	84	84	83
50-100	87	87	86	85	83	83	82	82	81	81	81	81	80
100-150	86	85	84	82	80	80	79	78	77	77	76	75	74
150-200	86	85	83	80	77	76	75	74	73	72	71	70	68
200-250	85	83	81	78	75	74	72	71	69	68	66	64	62
250-300	84	82	80	77	73	71	68	66	64	63	61	58	55
300-350	84	81	78	75	71	68	64	62	59	58	56	53	49
350-400	83	80	76	73	69	65	60	58	55	53	50	47	44
400-600	82	77	72	68	63	57	51	47	43	40	37	35	32
600-800	80	74	68	64	59	53	47	43	39	36	33	31	28
800-1000	79	72	65	61	56	51	45	42	38	36	33	31	28
1000-1200	77	71	64	59	53	49	44	41	38	36	33	31	28
1200-1400	76	70	63	57	51	47	43	41	38	36	33	31	28
1400-1600	75	69	62	56	50	46	42	40	38	36	33	31	28
1600-1800	74	68	62	56	49	46	42	40	38	36	33	31	28
>1800	73	68	62	56	49	46	42	40	38	36	33	31	28

б)F_{UN} -фактор за свођење брзине меродавног возила на специфичном уздужном нагибу на брзину при капацитету Табела 10.17.

V_{UN} (km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65
F_{UN}	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97

Б) **За одсеке у специфичним кривинама на којима је брзина меродавног возила на одсеку у кривинама V_R<70 (km/h);**

$$V_C=V_R \times F_R \quad [10.20.]$$

где је:

а) V_R -брзина меродавног возила на излазу из специфичне кривине радијуса R (m)

Табела 10.18.

R_{min} (m)	20	40	70	120	180
V_R (km/h)	30	40	50	60	70

б) F_R *-фактор за свођење брзине меродавног возила у кривини на брзину при капацитету* *Табела 10.19.*

V_R (km/h)	30	40	50	60	70
F_R	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98

Ц) За одсеке са лошим стањем коловоза (SK) на којима је брзина меродавног возила V_{SK}<70 (km/h);

$$V_C=V_{SK} \times F_{SK} \quad [10.21.]$$

где је:

а)V_{SK} *-брзина меродавног возила условљена стањем коловоза*
Табела 10.20.

SK	ОДЛИЧНО	ВРЛО ДОБРО	ДОБРО	ЛОШЕ	ВРЛО ЛОШЕ	НЕУПОТРЕ-БЉИВО
V_{SK} (km/h)	>70	61-70	51-60	41-50	41-50	<30

б)F_{SK} *-фактор за свођење брзине меродавног возила на лошем стању коловоза на брзину при капацитету;* *Табела 10.21.*

V_{SK} (km/h)	30	35	40	45	50	55	60	65
F_{SK}	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97

Образац за прорачун густине при практичном капацитету основних одсека двотрачног пута

(1) СТАНДАРДНИ СЛУЧАЈЕВИ

За основне одсеке двотрачног пута на којима је V_{sl}>70km/h;

$$g_C=g_{Co} \times F_{ga/b} \times F_{KV} \quad [10.22.]$$

где је:

а)g_{Co}*=39,45(PA/km/oba smera)-густина при базном капацитету основног одсека двотрачног пута у практично идеалним условима за ток PA и однос величине тока по смеровима 50 : 50%;*

б) $F_{ga/b}$ *-фактор утицаја неравномерности саобраћаја по смеровима вожње на густину при капацитету* *Табела 10.22.*

$q_{a/b}$	50/50	60/40	70/30	80/20	90/10	100/0
$F_{ga/b}$	1,00	0,923	0,850	0,788	0,719	0,656

ц) F_{KV} *-фактор утицаја комерцијалних возила на густину тока при капацитету*
Табела 10.23.

KV (%)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
F_{KV}	1,00	0,99	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,85	0,82	0,79	0,77

(2) СПЕЦИЈАЛНИ СЛУЧАЈЕВИ

А) За одсеке у специфичном уздужном нагибу на којима је брзина меродавног возила на крају успона V_{UN}<70 (km/h);

$$g_C = g_{Co} \times F'_{gUNa/b} \times F_{KV} \quad [10.24.]$$

где је:

а) g_{Co} =39,45 (PA/km/oba smera)-*густина при базном капацитету основног одсека двотрачног пута у практично идеалним условима за ток* PA *и однос величине тока по смеровима 50 : 50%;*

б) $F'_{gUNa/b}$ *-фактор утицаја неравномерности саобраћаја по смеровима вожње на густину на одсеку у специфичном уздужном нагибу*

Табела 10.24.

V_{UN}	q_a/q_b					
	50/50	60/40	70/30	80/20	90/10	100/0
60-69	1,02	0,941	0,919	0,804	0,733	0,669
50-59	1,04	0,960	0,937	0,820	0,748	0,982
40-49	1,06	0,978	0,955	0,835	0,762	0,695
30-39	1,08	0,997	0,973	0,851	0,776	0,708
20-29	1,10	1,015	0,991	0,867	0,791	0,722
<20	1,12	1,0134	1,001	0,882	0,805	0,735

ц) F_{KV} *-фактор утицаја комерцијалних возила на густину тока при капацитету (табела 10.23).*

Б) За одсеке у специфичним кривинама на којима је брзина меродавног возила на одсеку у кривинама V_R<70 (km/h);

$$g_C = g_{Co} \times F_{KV} \times F_{gRa/b} \quad [10.25.]$$

а) g_{Co}=39,45(PA/km/oba smera)-*густина при базном капацитету основног одсека двотрачног пута у практично идеалним условима за ток* PA *и однос величине тока по смеровима 50:50%;*

б) $F_{gRa/b}$ *-фактор утицаја неравномерности саобраћаја по смеровима вожње на густину на одсеку у специфичном уздужном нагибу*

Табела 10.25.

V_R (km/h)	q_a/q_b					
	50/50	60/40	70/30	80/20	90/10	100/0
69	1,020	0,945	0,920	0,805	0,735	0,670
60	1,030	0,951	0,928	0,812	0,740	0,676
50	1,050	0,969	0,946	0,827	0,755	0,689
40	1,070	0,988	0,964	0,843	0,769	0,702
30	1,090	1,006	0,982	0,859	0,784	0,715

ц) F_{KV} *-фактор утицаја комерцијалних возила на густину тока при капацитету (табела 10.23).*

Ц) **За одсеке са коловозом у лошем стању на којима је брзина меродавног возила V_{SK}<70 (km/h);**

$$g_C=g_{Co} \times F_{KV} \times F_{gSKa/b} \quad [10.26.]$$

а) g_{Co}*=39,45 (PA/km/oba smera)-густина при базном капацитету основног одсека двотрачног пута у практично идеалним условима за ток PA и однос величине тока по смеровима 50 : 50%;*

б) $F_{gSKa/b}$*-фактор утицаја неравномерности саобраћаја по смеровима вожње на густину на одсеку у специфичној кривини*

Табела 10.26.

V_{SK} (km/h)	q_a/q_b					
	50/50	60/40	70/30	80/20	90/10	100/0
69	1,010	0,932	0,910	0,769	0,726	0,662
60	1,020	0,941	0,919	0,804	0,733	0,669
55	1,030	0,951	0,928	0,812	0,740	0,676
50	1,040	0,960	0,937	0,820	0,748	0,682
45	1,050	0,969	0,946	0,827	0,755	0,689
40	1,060	0,978	0,955	0,835	0,762	0,695
35	1,070	0,988	0,964	0,843	0,769	0,702
30	1,080	0,997	0,973	0,851	0,776	0,708

ц) F_{KV} *-фактор утицаја комерцијалних возила на густину тока при капацитету (табела 10.23).*